

Шестеренчатые насосы при экструзии профильно-погонажных изделий позволяют точно и практически без пульсаций перекачивать расплавы перерабатываемых полимерных материалов. Благодаря этому могут быть существенно нивелированы колебания производительности экструдера и диаметра экструдата, а тем самым понижен расход материала. Кроме того, повышение давления увеличивает производительность установки. При этом для поддержания перед фильтром постоянного давления экструдеру в сочетании с шестеренчатым насосом требуется значительно меньшая мощность. Более того, отсутствует перегрев расплава, что особенно важно при работе с термочувствительными полимерными материалами.

Шестеренчатый насос EXTRU 776-110-110  
с приводом на подвижной опоре



## Шестеренчатые насосы для экструзии коррозийных и абразивных расплавов

**Х. Кремер**, руководитель сервисного отдела компании Witte Pumps & Technology (г. Торнеш, Германия)

В зависимости от условий экструзионной переработки и свойств перерабатываемого полимерного материала колебания диаметра экструдируемых труб при использовании шестеренчатого насоса могут быть снижены до значений менее 0,5 %, что видно на примере экструзии труб из полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) (см. рисунок). Одновременно значительно снижаются колебания производительности экструдера. Как следствие, для производства труб определенного диаметра требуется меньше материала. Например, при производстве трубы из ПЭВП диаметром 26 мм затрачивается на 130 кг ПЭВП в сутки меньше, что существенно сокращает расходы на материал, которые в настоящее время составляют львиную долю себестоимости конечной продукции.

На этапе экструзии шестеренчатый насос не только более точно дозирует полимерный расплав, но и повышает давление, увеличивая производительность процес-

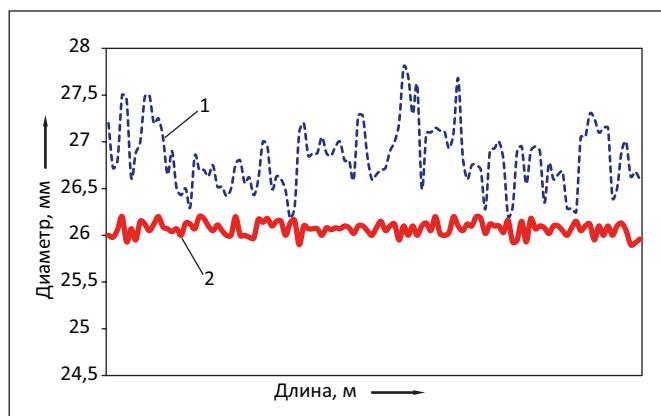
са. Его применение позволяет также поддерживать необходимое для работы давление с меньшими затратами.

Но чтобы реализовать указанные преимущества применения шестеренчатых насосов и выбрать самый подходящий из них, переработчик должен понимать проблемы, связанные с эксплуатацией насосов подобного типа, и пути их решения.

### Выбор материала рабочих элементов шестеренчатого насоса

Процессы экструзии полимерных материалов отличаются высокими значениями вязкости перекачиваемого расплава, входного и дифференциального давления. Обычно шестеренчатые насосы рассчитаны на максимальный перепад давления до 250 бар, что предъявляет высокие требования к конструкции насоса и материалам, из которых изготавливаются его рабочие элементы. Например, во время экструзии полистирола (ПС) с вязкостью расплава от 1500 до 2500 Па·с при температуре 250 °C перепад давления составляет 120 бар. Тогда, чтобы перекачивать расплав ПС с производительностью 2500 кг/ч, насосу EXTRU 776-110-110 производства компании Witte Pumps & Technology (межосевое расстояние и ширина шестерни – 110 мм) требуется крутящий момент 3300 Н·м, который передается на короткий вал через относительно небольшую площадь поверхности боковой стороны зуба с высоким контактным давлением. По этой причине в качестве материала вала для данного типа насосов предпочтительны азотированные инструментальные марки стали.

Аналогичным нагрузкам подвергаются и подшипники скольжения. Для их изготовления тоже может применяться только закаленная инструментальная сталь. В пользу этого выбора также выступает тот факт, что полимеры могут содержать в себе пигменты и наполнители, оказывающие абразивное действие.



Характерные колебания номинального диаметра трубы (26 мм) из ПЭВП по ее длине при экструзии без применения (1) и с применением (2) шестеренчатого насоса (все иллюстрации: Witte Pumps & Technology)

## Выбор защитного покрытия

Выбор указанных выше материалов рабочих элементов шестеренчатых насосов в течение десятилетий показывал хорошие результаты для большинства применений, однако в некоторых случаях переработки эти материалы не отвечают необходимым требованиям. Так, существуют задачи по экструзии расплавов полимерных материалов, в состав которых входят компоненты коррозионного действия, например, бромсодержащие огнезащитные добавки. В этом случае материалы шестеренчатого насоса, помимо способности выдерживать большие механические нагрузки, должны обладать и высокой химической стойкостью. Коррозионностойкие материалы, такие как сплавы с добавлением никеля или меди, не подходят для решения данной задачи, поскольку не обладают необходимой твердостью.

Данную проблему можно решить при помощи защитного покрытия на всех соприкасающихся с агрессивной средой деталях. В промышленности представлены различные типы покрытия для выполнения разных задач, но лишь немногие можно применить в вышеописанном случае, поскольку покрытие должно отвечать большому количеству сложно выполнимых требований. Например, оно не должно быть химически проницаемым или пористым, в противном случае, несмотря на покрытие, деталь будет подвергаться коррозии.

Так как зазоры в шестеренчатых насосах между подшипниками, валами и корпусом относительно малы (доли миллиметра), слой защитного покрытия должен

быть очень тонким и равнотолщинным. Кроме того, в таком слое толщиной всего несколько микрометров практически отсутствуют остаточные напряжения. При этом температура при нанесении защитного покрытия не должна превышать температуру отпуска при закалке материалов, из которых изготовлены детали, иначе закаленные ранее детали при нанесении покрытия утрачивают требуемую твердость.

После тщательного анализа возможных вариантов материалов защитного покрытия и способов его нанесения компанией Witte в качестве оптимального было выбрано вакуумное напыление (PVD: Physical Vapour Deposition) многослойного покрытия из нитрида хрома.

## Надежная защита от химического воздействия

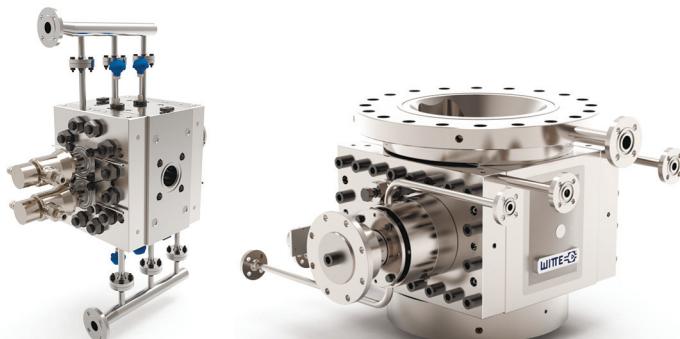
Кроме того, что основной материал детали не подвергается агрессивному химическому воздействию перекачиваемой среды, многослойное покрытие из нитрида хрома имеет ряд других преимуществ. Высокая твердость рабочих поверхностей (около 2500 HV) обеспечивает надежную защиту валов от абразивного воздействия частиц наполнителей, которые могут входить в состав перерабатываемых полимерных материалов, а гладкая поверхность покрытия снижает силу трения и препятствует возникновению отложений на поверхности внутренних элементов насоса. Особенно сильно такой налет может повлиять на подшипники скольжения, что может повлечь за собой выход насоса из строя. Содержащиеся в полимерном материале примеси могут накапливаться

## ШЕСТЕРЕНЧАТЫЕ НАСОСЫ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ



- EXTRU: шестеренчатый насос для экструзии расплава
- BOOSTER: бустерный насос для полимеров
- POLY: насос выгрузки срезневязких и высоковязких сред из реактора
- CHEM: насос для химической промышленности

Шестеренчатые насосы для процессов полимеризации, экструзии и компаундирования. Диапазон рабочих характеристик WITTE охватывает всю технологическую цепочку производства полимеров от подачи преполимера в процесс до этапа гранулирования. Мы также предлагаем насосы для переработки и производства каучука и для перекачки реагентов в химической промышленности. Цель компании – повышение показателей надежности технологических процессов клиента с помощью шестеренчатых насосов.



WITTE PUMPS & TECHNOLOGY GMBH  
Lise-Meitner-Allee 20  
25436 Tornesch, Hamburg  
Germany



Представительство в России:  
ООО «ВОДАКО»  
127566 г.Москва, Алтуфьевское ш.,  
д.48, корп.2 | +7 (495) 225-95-98  
pumps@vodaco.ru | witte-pumps.ru

между подшипниками скольжения и шейкой вала, из-за чего радиальный зазор уменьшается, что в конечном итоге приводит к преждевременному износу вала. Сочетание запатентованного смазочного кармана фирмы Witte и описанного выше защитного покрытия надежно предохраняет насос от негативного воздействия отложений.

Чем агрессивнее перекачиваемая среда и чем более высокой механической нагрузке подвергаются детали насоса, тем больше необходимости в защитном покрытии, которое наносится путем вакуумного напыления. В противном случае в результате воздействия абразива покрытие утратит свои защитные свойства, и основной материал детали будет разрушаться из-за агрессивного воздействия перекачиваемой среды. Опыт работы с другими покрытиями показал, что из-за сочетания химического и механического видов воздействия износ деталей растет в геометрической прогрессии.

### Эксплуатация без сбоев и отказов

В одном из случаев конкретного применения шестеренчатого насоса речь шла об экструзии абразивного и коррозийного расплава полимера, поэтому все рабочие элементы насоса были предварительно покрыты описанным выше защитным слоем. Типоразмер насоса был подобран в соответствии с требуемой производительностью. Чтобы судить о максимально допустимом числе оборотов, не опираясь на типоразмер насоса, скорость вращения вала замерялась по угловой скорости вращения вершин зубьев.

В отличие от обычно применяемых для экструзии насосов со скоростью вращения шестерней от 0,4 до 0,5 м/с, для данного случая был выбран насос большего типоразмера с меньшей скоростью вращения рабочих органов. В результате нагрузка на подшипники скольжения и на весь насос в целом значительно снизилась, а срок службы насоса заметно вырос. Работа без сбоев свидетельствует о надежности описанного в статье экструзионного шестеренчатого насоса. Особенно сильно выделяются его преимущества, если сравнивать этот насос с насосом другого производителя, который применялся в данной установке ранее и вышел из строя через несколько дней работы.

### Gear Pumps for Extrusion of Corrosive and Abrasive Melts

H. Kremer

*Gear pumps provide precise and almost pulsation-free polymer melt pumping in extrusion processes. The extruder's flow rate fluctuations and the diameter of the extrudate can be leveled, which as a result leads to lower material consumption. Moreover, pressure increase raises process efficiency. Sustaining steady pressure in front of the die with the help of the extruder combined with the gear pump requires considerably lower power. In this case, there is no melt overheating, which is particularly important for temperature-sensitive polymer materials. Specific features developed by melt gear pumps producer Witte Pumps & Technology for pumping corrosive and abrasive polymer melt are discussed.* ■